

**PENGARUH JARAK LAPIS TERATAS DAN JUMLAH LAPISAN PERKUATAN DENGAN
KEDALAMAN D/B = 0,5 DAN LEBAR PONDASI MENERUS = 6 CM TERHADAP DAYA DUKUNG
TANAH PASIR DENGAN KEPADATAN 70%**

Rachmad Adiasa Putra Perdana., As'ad Munawir, Harimurti
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya
Jalan Mayjen Haryono 167 Malang 65145 – Telp (0341) 567886
Email: putrarachmadadiasa@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini menggunakan sampel tanah pasir dengan kepadatan relatif 70%. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kenaikan daya dukung yang diberikan oleh perkuatan berupa Geogrid tipe biaksial ketika diaplikasikan ke dalam tanah pasir. Variasi yang digunakan pada penelitian ini adalah rasio jarak lapis geogrid teratas terhadap dasar pondasi dan rasio jumlah lapisan Geogrid yang digunakan. Hasil dari daya dukung tanah pasir dengan perkuatan Geogrid ini nantinya akan dibandingkan dengan daya dukung tanah pasir terhadap pondasi yang tidak menggunakan perkuatan. Uji model yang dilakukan di laboratorium menggunakan pondasi menerus dengan lebar 6 cm dan kedalaman pondasi sebesar 3 cm. Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah pengaruh efek jarak lapisan geogrid teratas (U) dan pengaruh jumlah lapisan geogrid (n) terhadap daya dukung ultimit dan penurunan pada pondasi menerus. Rasio yang digunakan adalah variasi rasio U/B sebesar 0.25; 0.5; 0.75 dan variasi rasio n sebesar 1; 2; 3. Penelitian ini mendapatkan hasil bahwa nilai daya dukung ultimit terbesar pada rasio U/B terletak pada nilai rasio sebesar 0.5. Sementara pada variasi n, nilai optimum yang didapatkan pada kenaikan daya dukung tanah pasir terhadap pondasi adalah saat menggunakan perkuatan sebanyak 3 lapis. Analisis yang digunakan sebagai pembandingan daya dukung tanah pasir adalah *Bearing Capacity Ratio*. Analisis ini dapat membandingkan nilai daya dukung dari tanah pasir ketika berada di satu titik penurunan tertentu. Nilai daya dukung yang dianggap ultimit adalah ketika pondasi mengalami penurunan sebesar 0.1 B atau 10% dari lebar pondasi yang digunakan

Kata kunci: daya dukung, tanah pasir, *bearing capacity ratio*, pondasi menerus, penurunan pada pondasi, geogrid, variasi jumlah lapisan, variasi jarak lapis geogrid teratas.

ABSTRACT

This research used sand sample with relative density of 70%. This research was done in order to find out the effect of carrying capacity provided by biaxial Geogrid reinforcement while being applied into the sand. The variation used in this research was distance ratio of upper geogrid layer on foundation base and the amount ratio of Geogrid layer being used. The result of sand's carrying capacity by Geogrid reinforcement will be later compared to sand's carrying capacity on foundation which did not employ reinforcement. The model test done in the laboratory used continuous footing with foundation width of 6 cm and depth of 3 cm. The parameter being analyzed was the effect of upper geogrid layer distance (U) and geogrid layer amount (n) on ultimate carrying capacity and settlement on continuous footing. The ratio being used was U/B ratio of 0.25; 0.5; 0.75 and ratio n variation of 1; 2; 3. This research found that the ultimate bearing capacity value on U/B ratio existed on 0.5 ratio value. While on n variation, the maximum value acquired on the increase of sand bearing capacity on foundation was when 3 layers reinforcement was used. The analysis used as the comparison of sand bearing capacity was Bearing Capacity Ratio. This analysis can compare sand's bearing capacity value while being in a certain settlement spot. The bearing capacity value considered as ultimate is when the foundation experience a 0.1 B or 10% settlement from the width of foundation being used

Keywords: bearing capacity, sand, bearing capacity ratio, continuous footing, settlement on foundation, geogrid, variation of layer amount, distance variation of upper geogrid layer.

PENDAHULUAN

Tanah pasir secara umum mempunyai daya dukung yang relatif baik. Tetapi kekurangan yang dimiliki oleh jenis tanah ini adalah ketika tanah dalam keadaan longgar dan keadaan butiran tanah yang seragam yang dipengaruhi oleh kondisi tingginya muka air tanah. Oleh karena itu diperlukan sebuah metode perbaikan tanah untuk meningkatkan daya dukung tanah pasir. Hal ini bertujuan agar dapat diperolehnya daya dukung dengan nilai yang baik untuk mengoptimalkan fungsinya yaitu mendukung konstruksi diatasnya. Alternatif perbaikan tanah yang dapat diterapkan pada kasus ini adalah penggunaan geogrid.

Pada penelitian Pontjo Utomo (2004) berisi tentang perbandingan daya dukung ultimate pondasi menerus yang berada di atas tanah pasir yang diperkuat oleh geogrid melalui uji model di laboratorium. Parameter yang diteliti meliputi efek letak lapisan geogrid teratas (u), efek spasi geogrid (z), lebar pondasi (B) dan efek letak lapisan terbawah (d) dari geogrid terhadap kenaikan daya dukung ultimate pondasi. Model pondasi bujur sangkar $u/B = 0,25-0,5$ terbukti dapat meningkatkan daya dukung ultimate hingga 2,5-3,5 kali daya dukung ultimate tanah pondasi tanpa perkuatan.

Sedangkan pada penelitian Triana Safitri (2015), telah dilakukan beberapa pengujian menggunakan model telapak berukuran 12 cm x 12 cm pada jenis tanah pasir bergradasi relatif seragam dalam kotak uji berukuran 1,2 m x 1,2 m x 1,5 m untuk dapat mengetahui kapasitas dukung tanah tersebut. Variasi model pengujian dilakukan pada kondisi tanah tanpa dan dengan perkuatan geotekstil dengan rasio jarak telapak beban dengan lapisan pertama geogrid (u/B) = 0,50, dan rasio jarak antar lapisan geotekstil (z/B) = 0,50; 0,75; 1,00 dan 1,25. Berdasarkan hasil pengujian nilai kapasitas dukung tanah meningkat seiring semakin dekat jarak pemasangan geogrid yaitu pada rasio z/B sebesar 0,50. Kapasitas dukung tanah tanpa perkuatan sebesar 327,01 kN/m² sedangkan kapasitas dukung tanah dengan perkuatan meningkat menjadi 1.025,61 kN/m².

Mengacu pada penelitian yang pernah dilakukan, maka perlu dilakukan penelitian selanjutnya mengenai pemodelan yang dilakukan di laboratorium mengenai variasi yang digunakan adalah kedalaman pondasi, jarak geogrid lapis pertama di bawah pondasi, dan jumlah lapisan pemasangan geogrid pada perkuatan pondasi tersebut. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan nilai daya dukung tanah pasir yang optimal.

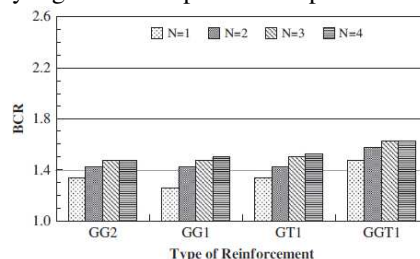
TUJUAN

- Untuk mengetahui pengaruh perkuatan tanah pasir dengan membandingkan daya dukung tanah pasir tanpa perkuatan dengan daya dukung tanah pasir dengan perkuatan geogrid menggunakan variasi jarak geogrid lapis teratas dan jumlah lapisan perkuatan.
- Untuk mengetahui pengaruh variasi jarak lapis geogrid teratas terhadap daya dukung pada perkuatan tanah pasir dengan menggunakan geogrid.
- Untuk mengetahui pengaruh variasi jumlah lapisan perkuatan terhadap daya dukung pada perkuatan tanah pasir dengan menggunakan geogrid.
- Untuk mengetahui jarak lapis geogrid teratas dari dasar pondasi menerus dan jumlah lapisan perkuatan geogrid yang optimum pada perkuatan tanah untuk meningkatkan daya dukung pada tanah pasir.

TINJAUAN PUSTAKA

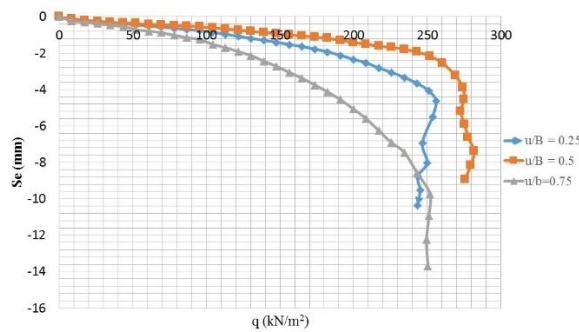
Geogrid sebagai Material Perkuatan pada Tanah

Berdasarkan beberapa penelitian yang sudah dilakukan, terdapat kesimpulan bahwa semakin banyak jumlah Geogrid yang terpasang maka peningkatan daya dukung yang diberikan akan semakin besar. Hal ini dibuktikan dari penelitian yang dilakukan oleh Murad Abu-Farsakh et al, Qiming Chen dan Radey Sharma (2013) dalam penelitiannya yang menggunakan variasi rasio jumlah lapisan Perkuatan yang digunakan. **Gambar 1.** merupakan grafik perbandingan yang dihasilkan dari penelitian yang sudah dilakukan untuk membandingkan variasi jumlah lapisan yang diberikan pada tanah pasir.



Gambar 1. Grafik Peningkatan Nilai Daya Dukung dari Setiap Variasi Jumlah Perkuatan

Sementara untuk rasio U/B atau jarak teratas lapisan Geogrid dengan dasar pondasi, penelitian sebelumnya menyatakan bahwa kondisi paling optimum ketika jarak yang diberikan sebesar 0,5B. Dimana penelitian ini dilakukan oleh Ramadhana P.W. **Gambar 2.** merupakan hasil grafik perbandingan penurunan pada tanah pasir dengan variasi penambahan Geogrid berdasar rasio U/B .



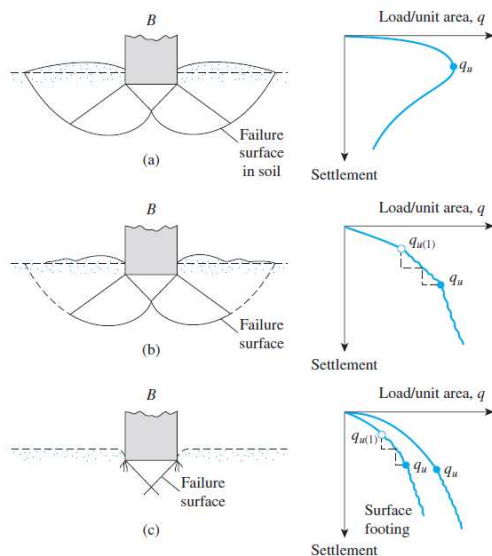
Gambar 2. Grafik Perbandingan Penurunan pada Tanah Pasir dengan Variasi Rasio U/B

Pola Keruntuhan di bawah Pondasi pada Tanah

Menurut Vesic (1963) dalam Hardiyatmo (2011), mekanisme keruntuhan pondasi dikategorikan menjadi 3 macam, yaitu:

1. Keruntuhan geser umum (*general shear failure*).
2. Keruntuhan geser lokal (*local shear failure*).
3. Keruntuhan penetrasi (*penetration failure* atau *punching shear failure*).

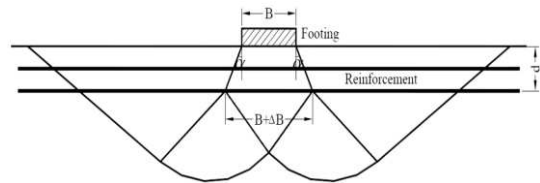
Gambar 3. Akan menjelaskan setiap masing-masing jenis pola keruntuhan yang terjadi pada tanah di bawah pondasi dangkal.



Gambar 3. Macam keruntuhan pondasi (Vesic, 1963)
 (a) Keruntuhan geser umum
 (b) Keruntuhan geser pelat
 (c) Keruntuhan penetrasi

Sementara bila terdapat penggunaan perkuatan Geogrid pada tanah, pola keruntuhan yang terjadi akan berbeda. Ketika mencapai beban ultimit, kegagalan tanah yang terjadi diasumsikan terjadi selebar $B' = B + 2d \tan \alpha$. Dimana B merupakan lebar dari pondasi, d adalah kedalaman perkuatan, dan α dianggap sebagai sudut keruntuhan yang

terjadi. Untuk menentukan kedalaman dari perkuatan diberikan rumus, $d = u + (N-1) h$. Dimana u merupakan jarak antara lapisan teratas dari Geogrid terhadap dasar pondasi. **Gambar 4.** merupakan tipe keruntuhan wide-slab yang umumnya terjadi pada tanah dengan menggunakan perkuatan Geogrid.



Gambar 4. Pola Keruntuhan Wide-slab pada Tanah dengan Perkuatan Geogrid.

Bearing Capacity Ratio (BCR)

BCR adalah suatu perbandingan rasio yang menjelaskan perbandingan antara daya dukung tanah saat diberi perkuatan dengan daya dukung tanah tanpa diberi perkuatan. Nilai BCR dapat ditentukan dari persamaan berikut ini :

$$BCR_u = \frac{q_{u(R)}}{q_u} \dots \dots \dots (1)$$

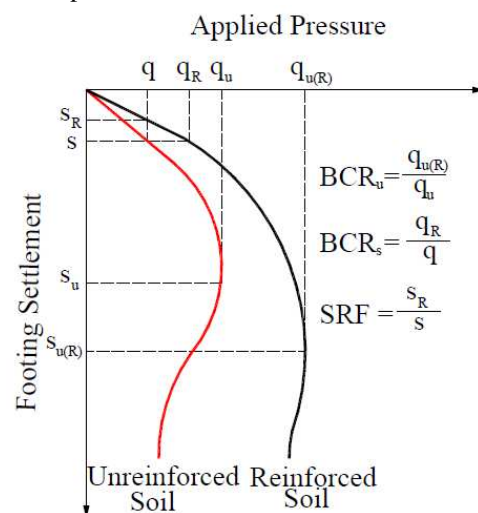
Dimana :

BCR_u = Bearing Capacity Ratio saat daya dukung ultimit

$q_{u(R)}$ = Nilai daya dukung tanah ultimit dengan perkuatan

q_u = Nilai daya dukung tanah ultimit tanpa perkuatan

Gambar 5. merupakan contoh penentuan nilai BCR pada grafik penurunan yang terjadi pada tanah pasir.



Gambar 5. Penentuan Nilai BCR pada Grafik Penurunan pada Tanah

METODE PENELITIAN

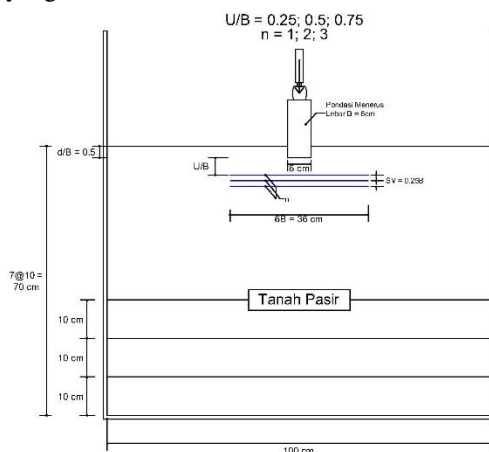
Pengujian Dasar

Sebelum dilakukannya pengujian pembebanan pada tanah pasir, dalam penelitian ini dilakukan penelitian dasar pada tanah pasir yang digunakan, antara lain :

- Pemeriksaan analisis saringan (*grain size analysis*) mengikuti ASTM C-136-46
- Pemeriksaan berat jenis tanah (*specific gravity*) mengikuti ASTM D-854-58
- Kepadatan standar (*compaction*) mengikuti ASTM D-698-70
- Pemeriksaan kekuatan geser langsung (*direct shear*) mengikuti ASTM D-3080-72
- Pemeriksaan kadar air tanah (*water content*) mengikuti ASTM D-2216-90

Jumlah dan Perlakuan Benda Uji

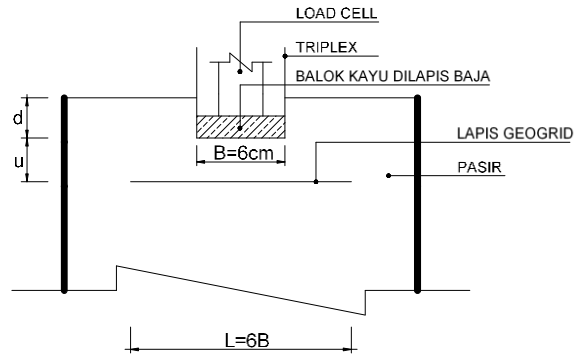
Percobaan ini dibuat 9 buah benda uji dengan 3 variasi jarak dari dasar pondasi menerus ke lapisan geogrid pertama dan 3 variasi jumlah lapisan geogrid. Untuk pondasi menerus yang diletakkan di tanah datar dengan RC 70%. Variasi yang dibuat untuk jarak dari dasar pondasi ke lapisan geogrid pertama adalah $0,25B$; $0,5B$ dan $0,75B$. Variasi yang dibuat pada pemodelan adalah sejumlah 1,2 dan 3 lapisan perkuatan goegrid. Pondasi menerus dengan lebar 6 cm diletakkan di permukaan timbunan tanah pasir dengan rasio $d/B=0,5B$. Pengujian dilakukan didalam *box* penelitian. Pengulangan dilakukan apabila terjadi penyimpangan dan dilakukan dengan perlakuan benda uji yang sama. **Gambar 6.** merupakan penggambaran umum dari perlakuan variasi benda uji yang dilakukan.



Gambar 6. Gambaran Umum dari Variasi Pengujian Lab pada Tanah Pasir dengan Perkuatan

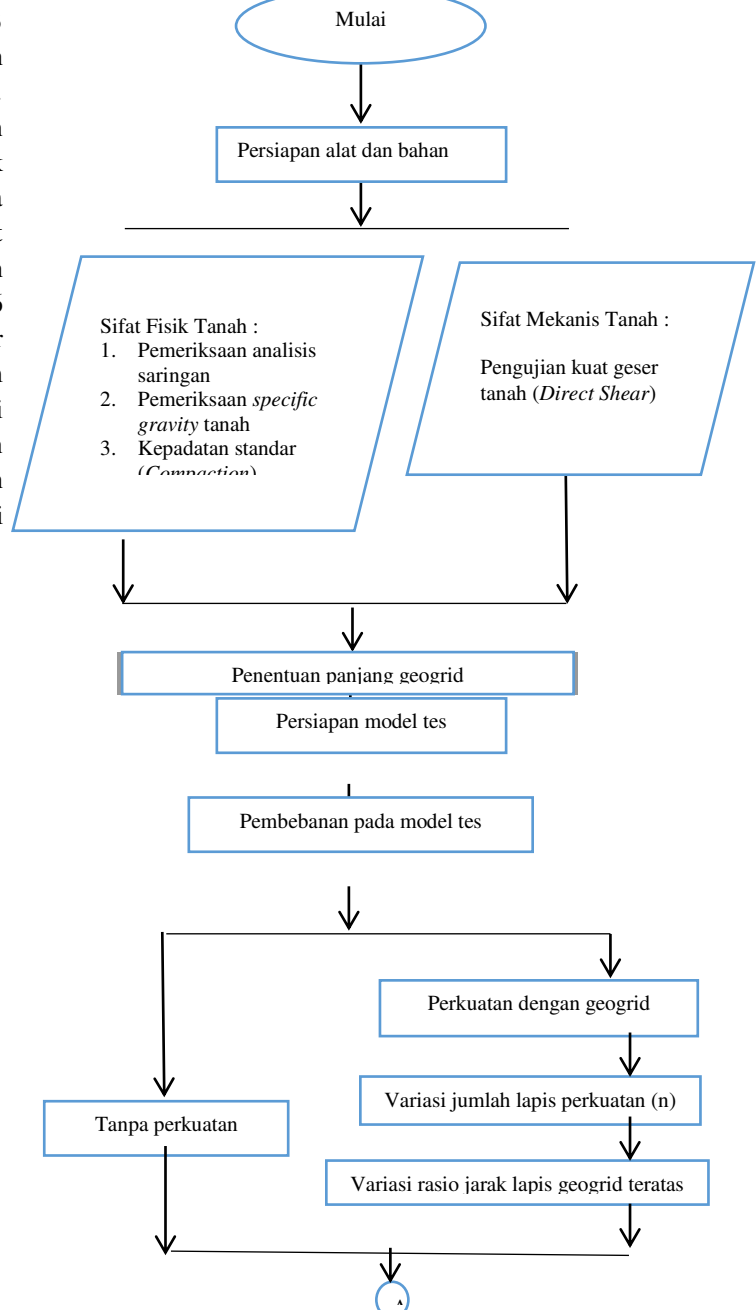
Uji pembebanan yang dilakukan menggunakan dongkrak hidrolik. Pembebanan dilakukan secara *continuous* tiap 50 kg hingga beban tidak dapat

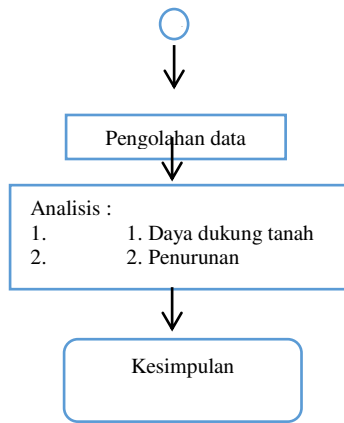
ditambahkan lagi atau tanah telah mengalami keruntuhan. Detail pembebanan benda uji ditunjukkan pada **Gambar 7.**



Gambar 7. Detail Pembebanan Benda Uji

Flowchart Penelitian



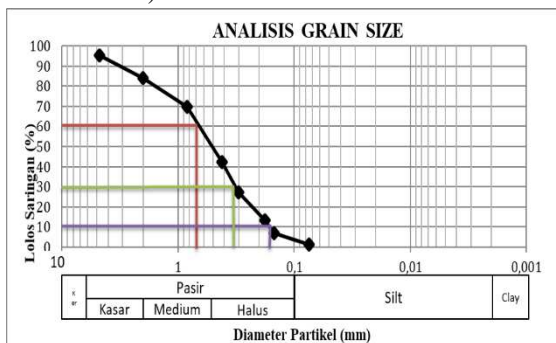


Gambar 8. Flowchart Penelitian

PEMBAHASAN

Analisis Gradasi Butiran

Dari **Gambar 9**, diketahui bahwa tanah uji tertahan oleh saringan no.200 sebesar 98,55% dan lolos saringan no.4 sebesar 95,21%. Menurut klasifikasi yang berlaku di dalam U.S.C.S, tanah yang akan digunakan pada penelitian ini berjenis tanah pasir berbutir kasar. Dari hasil perhitungan yang sudah dilakukan didapatkan nilai C_u sebesar 3.823 yang kurang dari 6 dan nilai C_c sebesar 0.985 dimana tidak berada diantara 1 dan 3. Hal ini menunjukkan bahwa jenis tanah pasir tersebut tidak memiliki kriteria sebagai tanah pasir bergradasi baik atau SW (*Well Graded Sand*). Sehingga dapat disimpulkan bahwa tanah pasir yang digunakan sebagai benda uji tergolong pasir bergradasi buruk dengan simbol SP (*Poorly Graded Sand*).

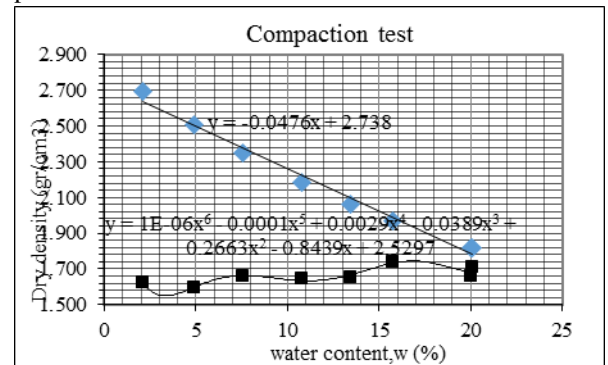


Gambar 9. Hasil Pembagian Ukuran Butiran Tanah

Analisis Compaction

Uji pemadatan tanah standar ini mengacu pada ASTM D-698-70 metode B. Hasil percobaan yang telah dilakukan di laboratorium pada akhirnya mendapatkan nilai berat isi kering tanah (γ_{d-Lab}) sebesar 1,745 gr/cm³ dengan kadar air optimum sebesar 16,9%. Tampilan grafik tentang hasil

percobaan kepadatan tanah standar yang dijelaskan pada **Gambar 10**, dibawah ini:

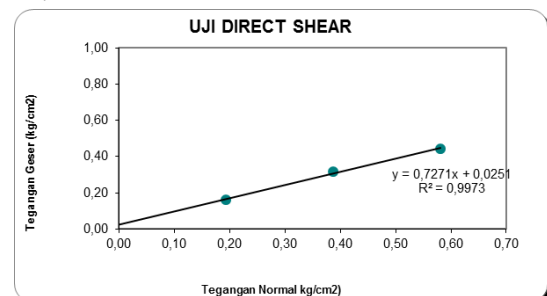


Gambar 10. Grafik Pemadatan Standar

Sementara kepadatan tanah model atau kepadatan relatif (RC) digunakan pada penelitian ini karena saat penelitian dilakukan akan sulit untuk mencapai kepadatan maksimum seperti yang didapatkan pada percobaan di laboratorium. Kepadatan yang digunakan pada penelitian ini sebesar 70%. Kepadatan relatif ini dihasilkan dari nilai perbandingan dari berat isi kering tanah saat pengujian laboratorium dengan berat isi kering tanah di lapangan. Untuk mendapatkan berat isi kering tanah saat di lapangan, digunakan *density ring* yang menghasilkan nilai berat isi kering tanah (γ_{d-Lap}). Berat isi kering (γ_{d-Lap}) yang dipakai dalam penelitian ini ialah 1,2215 gr/cm³.

Uji Direct Shear

Direct Shear Test atau uji kuat geser langsung dilakukan bertujuan untuk mendapatkan parameter nilai kohesi tanah (c) dan nilai sudut geser dalam tanah (ϕ). Hasil pengujian ini disajikan dalam grafik hubungan antara tegangan normal (σ) dan tegangan geser maksimum (τ). Nilai sudut geser dalam tanah dan kohesi didapatkan dari persamaan linier yang menghubungkan tiga titik dari grafik tersebut. Hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan nilai sudut geser dalam tanah (ϕ) sebesar 36.017° serta nilai kohesi dari tanah (c) senilai 0,025 kg/cm². Berikut grafik hasil pengujian *direct shear* yang sudah dilakukan yang ada dalam **Gambar 11**.



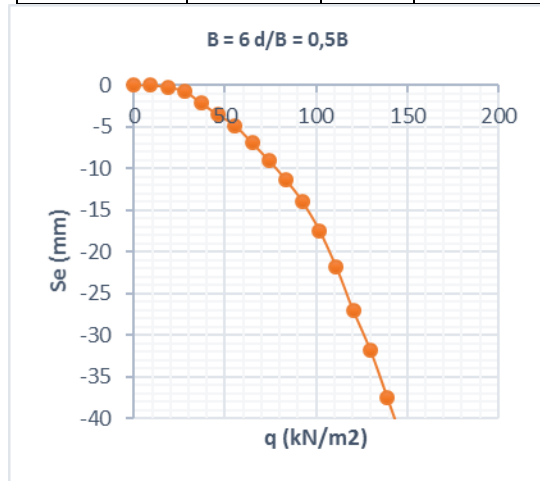
Gambar 11. Hubungan Antara Tegangan Geser dengan Tegangan Normal

Hasil Pengujian Tanah Pasir tanpa Perkuatan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar daya dukung yang dapat diberikan oleh tanah pasir sesuai dengan pemodelan yang ada. Dari uji pembebanan yang dilakukan pada pemodelan pasir tanpa perkuatan yang ada, diperoleh hasil daya dukung seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 1.** berikut. Sementara pada **Gambar 12.** merupakan grafik penurunan yang terjadi pada pengujian tanah pasir yang tidak menggunakan perkuatan.

Tabel 1. Hasil Uji Pembebanan Tanpa Perkuatan

Lebar Pondasi (cm)	Kedalaman Pondasi (cm)	s/B (%)	Qu (kN/m ²)
6	3	10%	60,734



Gambar 12. Grafik Penurunan pada Tanah Pasir Tanpa Perkuatan

Hasil Pengujian Tanah Pasir dengan Perkuatan

Pada pengujian yang dilakukan pada pemodelan tanah pasir dengan perkuatan Geogrid dengan variasi jarak lapis pertama Geogrid (U/B) dan jumlah lapisan perkuatan Geogrid (n) memiliki besar daya dukung yang berbeda-beda. Besar daya dukung dari setiap model sampel disajikan dalam bentuk tabel di dalam **Tabel 2.** dan **Tabel 3.** berikut ini

Tabel 2. Hasil Uji Pembebanan dengan Perkuatan Rasio U/B

Rasio U/B	Rasio n	Beban (kg)	Qu (kg/cm ²)	Qu (kN/cm ²)
0,25	1	371,612	0,688	68,817
	2	430,522	0,797	79,726
	3	528,673	0,979	97,903

0,5	1	469,49	0,869	86,943
	2	518,19	0,959	95,961
	3	606,561	1,123	112,326
0,75	1	342,539	0,634	63,433
	2	409,035	0,757	75,747
	3	446,302	0,826	82,648

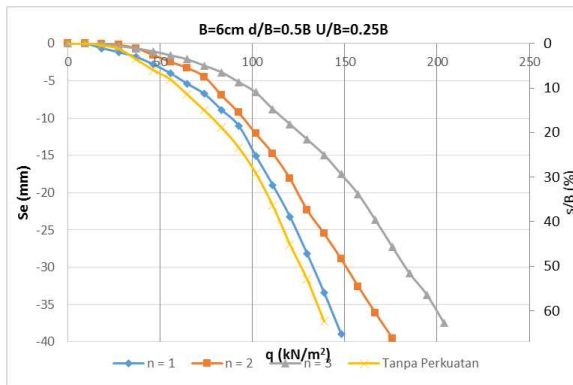
Tabel 3. Hasil Uji Pembebanan dengan Perkuatan Rasio n

Rasio n	Rasio U/B	Beban (kg)	Qu (kg/cm ²)	Qu (kN/cm ²)
1	0,25	371,612	0,688	68,817
	0,5	469,49	0,869	86,943
	0,75	342,539	0,634	63,433
2	0,25	430,522	0,797	79,726
	0,5	518,19	0,959	95,961
	0,75	409,035	0,757	75,747
3	0,25	528,673	0,979	97,903
	0,5	606,561	1,123	112,326
	0,75	446,302	0,826	82,648

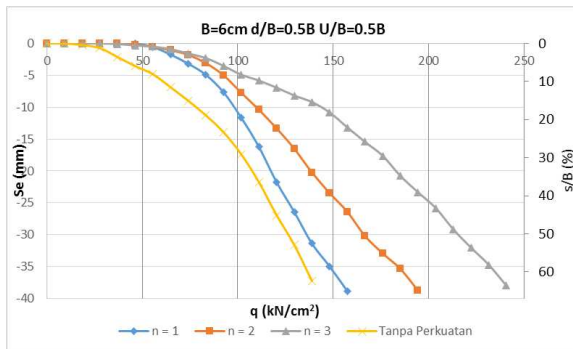
Dari **Tabel 2.** dan **Tabel 3.** dapat diketahui dari masing-masing rasio memiliki nilai daya dukung yang berbeda-beda. Untuk rasio jumlah lapisan perkuatan (n), semakin banyak Geogrid yang ditambahkan maka daya dukung yang diberikan akan semakin besar pula. Sementara untuk rasio U/B nilai yang paling optimum untuk pengaplikasian Geogrid terletak pada nilai 0.5.

Sehingga dapat dinyatakan bahwa nilai daya dukung paling optimum terjadi pada penambahan Geogrid sebanyak 3 lapis dengan rasio U/B sebesar 0.5. Daya dukung yang diberikan mencapai 112,326 kN/m².

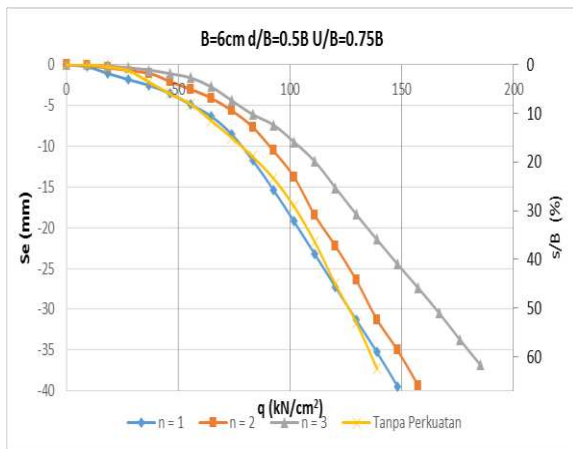
Pada **Gambar 13.** hingga **Gambar 15.** akan terlihat bagaimana perbandingan penurunan yang terjadi pada tanah pasir tanpa perkuatan dibandingkan dengan yang menggunakan perkuatan. Pada saat penurunan 10% dari lebar pondasi, nilai daya dukung tanah pasir dengan perkuatan memiliki nilai daya dukung yang lebih besar bila dibandingkan dengan nilai daya dukung tanah pasir tanpa perkuatan. Hal ini terjadi karena geogrid sudah bekerja pada saat keruntuhan pada tanah belum terjadi.



Gambar 13. Grafik Penurunan – Daya Dukung dengan Rasio $U/B = 0,25$



Gambar 14. Grafik Penurunan – Daya Dukung dengan Rasio $U/B = 0,5$



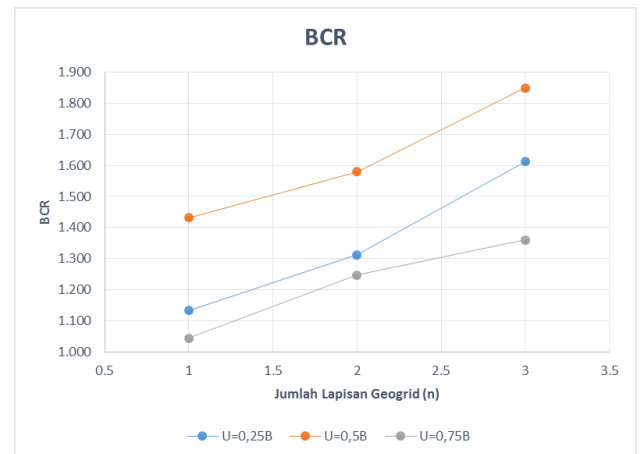
Gambar 15. Grafik Penurunan – Daya Dukung dengan Rasio $U/B = 0,75$

Analisis *Bearing Capacity Ratio* (BCR)

Berikut ini adalah perbandingan nilai BCR yang disajikan dalam **Tabel 4**. Di dalam tabel tersebut terlihat perbandingan nilai BCR untuk variasi rasio n . Sementara pada **Gambar 16**, akan disajikan grafik dari nilai masing-masing BCR dari setiap rasio yang diujikan.

Tabel 4. Hasil Analisis BCR pada Variasi Rasio n

Jarak Lapis Teratas (U/B)	Jumlah Lapisan Perkuatan (n)	Qu Tanpa Perkuatan (kN/cm ²)	Qu Dengan Perkuatan (kN/cm ²)	BCR
0.25	1	60.73446	68.816985	1.13308
	2	60.73446	79.726313	1.312703
	3	60.73446	97.902562	1.611977
0.5	1	60.73446	86.942589	1.43152
	2	60.73446	95.961135	1.580011
	3	60.73446	112.32613	1.849463
0.75	1	60.73446	63.433144	1.044434
	2	60.73446	75.747158	1.247186
	3	60.73446	82.648477	1.360817



Gambar 16. Grafik BCR pada Rasio n

Dapat dilihat dari tabel dan gambar di atas, BCR dari masing-masing nilai yang ada semakin meningkat seiring bertambahnya jumlah lapis perkuatan Geogrid (n) di setiap rasio jarak lapis teratas Geogrid (U/B). Hal ini menunjukkan bahwa setiap nilai rasio U/B akan mengalami kenaikan daya dukung seiring dengan ditambahkan jumlah lapisan Geogrid yang diberikan.

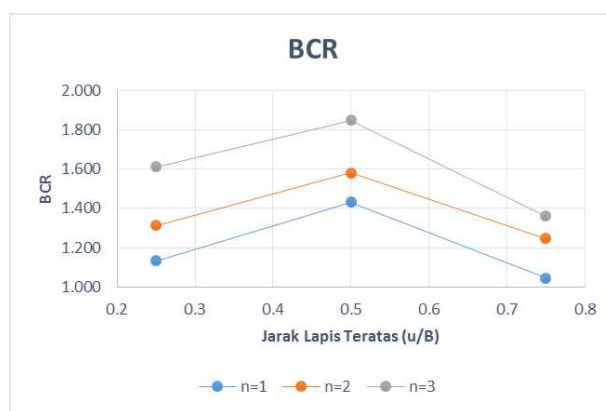
Pada gambar di atas pula terlihat bahwa grafik rasio $U/B = 0.5$ berada lebih di atas daripada grafik rasio $U/B = 0.75$ dan $U/B = 0.25$. Dapat disimpulkan bahwa nilai BCR paling optimum didapat ketika tanah pasir diberikan perkuatan sejumlah 3 lapisan pada kondisi jarak lapisan teratas dari perkuatan terhadap dasar pondasi sebesar $0.5B$ atau 3 cm. Terbukti dengan bertambahnya daya dukung tanah pasir yang diberikan perkuatan sejumlah 3 lapisan pada rasio $U/B = 0.5$ yang mencapai hasil 112,326 kN/m² jika dibandingkan dengan tanah pasir tanpa perkuatan

yang hanya bernilai 60,734 kN/m². Nilai BCR dari kondisi tersebut mencapai 1.85 dan merupakan nilai paling besar diantara nilai BCR pada kondisi lainnya.

Sementara untuk rasio U/B data analisis BCR disajikan pada **Tabel 5**. dan untuk grafik analisisnya akan disajikan pada **Gambar 17**.

Tabel 5. Hasil Analisis BCR pada Variasi Rasio U/B

Jumlah Lapisan Perkuatan (n)	Jarak Lapis Teratas (U/B)	Qu Tanpa Perkuatan (kN/cm ²)	Qu Dengan Perkuatan (kN/cm ²)	BCR
1	0.25	60.73446	68.816985	1.13308
	0.5	60.73446	86.942589	1.43152
	0.75	60.73446	63.433144	1.044434
2	0.25	60.73446	79.726313	1.312703
	0.5	60.73446	95.961135	1.580011
	0.75	60.73446	75.747158	1.247186
3	0.25	60.73446	97.902562	1.611977
	0.5	60.73446	112.32613	1.849463
	0.75	60.73446	82.648477	1.360817



Gambar 17. Grafik BCR pada Rasio U/B

Dari tabel dan gambar diatas dapat diamati bahwa nilai BCR akan meningkat dari rasio U/B = 0.25 menuju U/B = 0.5. Tetapi nilai BCR akan turun pada rasio U/B = 0.75. Maka dari itu, nilai daya dukung dari tanah pasir dengan rasio U/B = 0.75 tidak akan semaksimal nilai rasio U/B yang lainnya.

Pada gambar di atas, setiap grafik variasi jumlah perkuatan memiliki pola yang hampir sama yaitu kenaikan angka BCR dari rasio U/B = 0.25 menuju rasio U/B = 0.5 dan mengalami penurunan yang drastis ketika menuju rasio U/B = 0.75. Hal ini menunjukkan jika dalam penambahan lapisan Geogrid pada tanah pasir menggunakan rasio U/B =

0.75, nilai tambahan dari daya dukung yang diberikan tidak terlalu efektif. Pada jumlah lapisan perkuatan n = 1 dengan rasio U/B = 0.75, nilai BCR hanya bernilai sebesar 1.044 dan merupakan nilai BCR terkecil bila dibandingkan dengan lainnya. Hal ini dimungkinkan karena perkuatan Geogrid tidak bekerja dengan maksimal karena jarak yang terlalu jauh dengan dasar pondasi yang digunakan. Sedangkan nilai yang terbilang paling efektif adalah pada saat melakukan penambahan sebanyak 3 lapisan perkuatan Geogrid dengan U/B = 0.5 dimana nilai BCR mencapai besaran nilai 1.85.

Analisis Peningkatan Daya Dukung Tanah Pasir saat Diberikan Perkuatan Geogrid

Dari hasil analisis BCR yang dilakukan, maka dapat dilihat peningkatan daya dukung yang terjadi setelah tanah pasir diberi perkuatan. Presentase peningkatan nilai daya dukung dapat dilihat pada **Tabel 6**. Nilai presentase peningkatan daya dukung tanah pasir yang diberi tambahan perkuatan Geogrid sebesar 30.657%.

Tabel 6. Peningkatan Daya Dukung Tanah Pasir

Rasio (U/B)	Rasio (n)	Qu Tanpa Perkuatan (kN/cm ²)	Qu Dengan Perkuatan (kN/cm ²)	Peningkatan Daya Dukung (%)	Rata-rata peningkatan (%)
0.25	1	60.734	68.817	11.745	24.51
	2	60.734	79.726	23.821	
	3	60.734	97.903	37.964	
0.5	1	60.734	86.943	30.144	37.594
	2	60.734	95.961	36.709	
	3	60.734	112.326	45.93	
0.75	1	60.734	63.433	4.254	16.863
	2	60.734	75.747	19.819	
	3	60.734	82.648	26.515	
Rata-rata total peningkatan daya dukung (%)					26.322

Dari tabel diatas diketahui beberapa nilai presentase peningkatan daya dukung tanah pasir setelah diberi perkuatan Geogrid dengan variasi rasio yang berbeda-beda. Dengan nilai rata-rata peningkatan daya dukung sebesar 30.657%, perkuatan Geogrid dalam tanah pasir ternyata bisa memberikan efek yang cukup baik.

Nilai peningkatan terbesar berada pada kondisi penambahan 3 lapisan Geogrid dengan jarak lapis teratas U/B sebesar 0.5B dengan total peningkatan mencapai 45.93%. Hal ini menyatakan bahwa kondisi tersebut nilai rasio U/B = 0.5 dengan jumlah Geogrid sebanyak 3 lapis merupakan kondisi paling optimum dalam tanah pasir.

Sebaliknya nilai peningkatan yang tidak terlalu signifikan ditunjukkan pada kondisi rasio $U/B = 0.75$ dengan penambahan 1 lapis Geogrid pada tanah pasir. Peningkatan yang dihasilkan hanya mencapai 4.25% bila dibandingkan dengan tanah pasir yang tidak menggunakan perkuatan. Hal ini dimungkinkan karena jarak Geogrid yang terlalu jauh dengan dasar pondasi, sehingga Geogrid tidak bisa memberikan efek pada saat dilakukan pembebanan. Kondisi ini bisa disebut dengan keruntuhan tanah pasir di atas lapisan Geogrid dikarenakan desain jarak lapisan Geogrid terlalu jauh sehingga peningkatan daya dukung yang dihasilkan tidaklah optimum.

KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah ditentukan sebelumnya, penelitian ini menghasilkan beberapa kesimpulan. Penelitian yang dilakukan dengan variasi jarak lapis geogrid teratas dan jumlah lapisan perkuatan dengan rasio pondasi menerus $d/B = 0,5$ dan $B = 6$ cm terhadap daya dukung tanah pasir memperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, menghasilkan sebuah kesimpulan bahwa daya dukung pada tanah pasir dengan perkuatan menghasilkan nilai yang lebih besar dibandingkan dengan tanah pasir tanpa perkuatan geogrid, baik pada variasi rasio jarak lapis teratas perkuatan (U/B) maupun rasio jumlah lapis perkuatan Geogrid (n).
2. Penelitian ini menyimpulkan pada rasio jarak lapis teratas dengan dasar pondasi U/B memberikan hasil variasi yang beragam terhadap daya dukung yang dihasilkan. Dengan rasio $U/B = 0.25; 0.5; 0.75$, lapisan perkuatan geogrid teratas dari dasar pondasi yang dinilai memberikan kontribusi optimal untuk peningkatan daya dukung tanah adalah pada rasio $U/B = 0,5$ B. Sementara kontribusi paling minimal yang dihasilkan terletak pada rasio $U/B = 0.75$ karena dimungkinkan jarak perkuatan yang terlalu jauh dari dasar pondasi.
3. Pada rasio ini dihasilkan kesimpulan yang menyatakan bahwa terdapat peningkatan daya dukung tanah pasir seiring dengan bertambahnya jumlah lapisan perkuatan. Dengan rasio jumlah lapisan perkuatan Geogrid $n = 1; 2; 3$, kondisi peningkatan daya dukung yang paling maksimum terjadi pada saat penambahan 3 lapisan perkuatan geogrid.
4. Untuk mendapatkan hasil yang paling optimum di kedua rasio yang ditentukan pada penelitian ini, dapat dilihat melalui hasil analisis BCR

yang ada di dalam bab sebelumnya. Hasil nilai BCR yang menunjukkan nilai maksimum terjadi pada variasi rasio $U/B = 0,5$ dan $n = 3$ sebesar 1.849 dengan peningkatan daya dukung sebesar 45.93%.

SARAN

Pada penelitian ini membutuhkan ketelitian, waktu yang cukup, dan metode pelaksanaan yang baik untuk tercapainya kesempurnaan dalam hasil penelitian. Oleh karena itu, ada beberapa saran untuk penelitian selanjutnya yang sejenis antara lain sebagai berikut.

1. Dalam melaksanakan penelitian ini diperlukan metode dan pelaksanaan yang baik dalam proses pemadatan. Kesungguhan ketelatenan dan kerja keras sangat berpengaruh di dalamnya karena jika hasil pemadatan kurang baik maka dapat berakibat daya dukung dan penurunannya kurang sempurna.

DAFTAR PUSTAKA

- Das, B.M. 1999. *Shallow Foundations Bearing Capacity and Settlement*. California: CRC Press LLC
- Hansen, J.B. 1970. A Revised and Extended Formula for Bearing Capacity. *Danish Geotechnical Institute, Copenhagen, Bul.* 28: 21
- Hardiyatmo, H.C. 2010. *Mekanika Tanah 2 Edisi Kelima*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Munawir, A., Suyadi, W., & Noviyanto, T. 2009. Alternatif Perkuatan Tanah Pasir Menggunakan Lapis Anyaman Bambu Dengan Variasi Jarak dan Jumlah Lapis. *Jurnal Rekaya Sipil*. 3 (1)
- Utomo, P. 2004. Daya Dukung Ultimit Pondasi Dangkal di Atas Tanah Pasir yang Diperkuat Geogrid. *Civil Engineering Dimension*. 6 (1):15-20.
- Vesic, A.S. 1975. *Foundation Engineering Handbook*. Winterkorn and Fang, Van Nostrand Reinhold. 121-147